MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

KORELASI KADAR INTERLEUKIN-6 DAN KADAR FERITIN PADA PASIEN TALASEMIA BETA MAYOR

Correlation Between Interleukin-6 Levels and Ferritin Levels in Patients with Beta-Thalassemia Major

[1]Rahmia Nafisa, [2]Nina Marliana, [3]Yogi Khoirul Abror, [4]Rohayati
Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Program Sarjana Terapan, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung

Email: rahmianafisa7@gmail.com

ABSTRAK

Terapi transfusi darah berulang sepanjang hidup menjadi konsekuensi yang dialami pada talasemia beta mayor. Dari rangkaian proses tersebut, kelebihan besi tubuh muncul sebagai dampak akumulatif transfusi berulang, yang tercermin melalui peningkatan feritin. Selanjutnya, respons inflamasi kronis terbentuk akibat hemolisis berulang disertai stres oksidatif, ditandai oleh kenaikan sitokin proinflamasi, termasuk Interleukin-6. Regulasi imun dan metabolisme besi kemudian dipengaruhi oleh Interleukin-6 melalui induksi hepcidin, sehingga berpotensi memodulasi kadar feritin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara kadar Interleukin-6 dan kadar feritin pada pasien talasemia beta mayor. Desain analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional diterapkan. Sampel penelitian terdiri atas 30 pasien talasemia beta mayor yang menjalani transfusi rutin di RSUD Welas Asih Bandung dan telah memenuhi kriteria inklusi. Pengukuran kadar Interleukin-6 dilakukan menggunakan metode FIA, sedangkan data kadar feritin diperoleh dari rekam medis. Analisis dilakukan dengan uji korelasi Spearman karena distribusi data tidak normal. Rerata kadar Interleukin-6 sebesar 411,31 pg/mL, sementara rerata kadar feritin sebesar 3.641,67 ng/mL. Hasil uji Spearman menunjukkan hubungan signifikan antara kadar Interleukin-6 dan kadar feritin dengan koefisien korelasi (r) 0,404 serta nilai signifikansi (p) 0,027 (p<0,05). Hubungan yang terbentuk bersifat positif dengan kekuatan sedang, sehingga peningkatan Interleukin-6 diikuti oleh peningkatan feritin.

Kata Kunci: Talasemia Beta Mayor, Interleukin-6, Feritin.

ABSTRACT

A lifelong reliance on recurrent blood transfusion therapy constitutes a clinical consequence encountered in beta-thalassemia major. From this continuous sequence of procedures, systemic iron excess arises as a cumulative outcome of repeated transfusions, as reflected by elevated ferritin concentrations. Subsequently, a chronic inflammatory response is established due to persistent hemolysis accompanied by oxidative stress, characterized by increased levels of proinflammatory cytokines, including Interleukin-6. Immune regulation and iron metabolism are thereafter influenced by Interleukin-6 through the induction of hepcidin, thereby possessing the capacity to modulate ferritin

Article History
Received: Agustus 2026
Reviewed: Agustus 2026
Published: Agustus 2026

Plagirism Checker No 950
Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Nutricia.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Medic Nutricia

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

levels. This investigation was conducted to ascertain the correlation between Interleukin-6 levels and ferritin concentrations in patients diagnosed with beta-thalassemia major. An observational analytic design employing a cross-sectional approach was implemented. The study sample comprised 30 beta-thalassemia major patients undergoing routine transfusion at RSUD Welas Asih Bandung who satisfied the inclusion criteria. Measurement of Interleukin-6 levels was performed using the FIA method, whereas ferritin data were retrieved from medical records. Data analysis was carried out utilizing the Spearman correlation test due to non-normal data distribution. The mean Interleukin-6 level was 411.31 pg/mL, while the mean ferritin level was 3,641.67 ng/mL. Spearman's test revealed a significant relationship between Interleukin-6 and ferritin levels, with a correlation coefficient (r) of 0.404 and a significance value (p) of 0.027 (p<0.05). The relationship observed was positive with moderate strength, indicating that increased Interleukin-6 levels were followed by increased ferritin levels.

***Keywords**: Beta Thalassemia Major, Interleukin-6, Ferritin.*

PENDAHULUAN

Talasemia merupakan kelainan hematologis herediter dengan pola pewarisan autosomal resesif yang ditandai oleh berkurang atau tidak terbentuknya sintesis rantai globin, baik alfa maupun beta, sebagai penyusun hemoglobin dewasa (HbA). Talasemia beta mayor merupakan bentuk klinis paling berat, ditandai anemia kronis yang mengharuskan penderitanya menjalani transfusi darah seumur hidup untuk mempertahankan kadar hemoglobin di atas 9,5 g/dL serta menunjang pertumbuhan fisik yang optimal (Forni et al., 2023). Sebagai kelainan genetik dengan sebaran global, jumlah pembawa sifat (carrier) beta talasemia diperkirakan mencapai 80–90 juta jiwa, dengan konsentrasi kasus tertinggi di kawasan Mediterania, Timur Tengah, Asia Selatan, dan Asia Tenggara (Sadiq et al., 2024). Indonesia sendiri termasuk wilayah thalassemia belt dengan frekuensi carrier 3–10% dari populasi, dan Jawa Barat menyumbang sekitar 40% dari total penderita talasemia nasional (Novilla et al., 2024).

Transfusi darah rutin yang menjadi tumpuan tata laksana talasemia beta mayor membawa konsekuensi berupa akumulasi zat besi yang progresif, mengingat setiap unit packed red cell mengandung sekitar 200–250 mg besi, sementara tubuh tidak memiliki mekanisme fisiologis untuk mengeluarkan kelebihan besi tersebut (Suriapperuma et al., 2018). Kondisi iron overload ini tercermin melalui peningkatan kadar feritin serum, yang lazim digunakan sebagai indikator cadangan besi tubuh sekaligus parameter pemantauan efektivitas terapi kelasi besi (Yanatori et al., 2023). Di sisi lain, hemolisis kronis dan stres oksidatif yang menyertai perjalanan penyakit talasemia turut memicu aktivasi sistem imun, ditandai oleh peningkatan sitokin proinflamasi, salah satunya Interleukin-6 (Grebenciucova & VanHaerents, 2023).

Interleukin-6 memiliki peran sentral dalam regulasi metabolisme besi melalui induksi hepcidin, hormon yang disintesis hepatosit dan berfungsi menekan pelepasan besi dari makrofag serta

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

absorpsi besi di usus melalui degradasi ferroportin (Saad et al., 2022). Pada kondisi inflamasi, pengikatan Interleukin-6 dengan reseptornya di hepatosit mengaktifkan jalur Janus Kinase/Signal Transducer and Activator of Transcription (JAK/STAT), yang selanjutnya merangsang transkripsi hepcidin (Rorimpandey et al., 2023). Peningkatan hepcidin menyebabkan besi lebih banyak tertahan di jaringan dan disimpan dalam bentuk feritin, sehingga secara teoritis kadar Interleukin-6 berpotensi memengaruhi kadar feritin melalui jalur inflamasi tersebut, di luar kontribusi murni akumulasi besi akibat transfusi (Novitasari et al., 2024).

Feritin sendiri dikenal sebagai protein fase akut yang kadarnya dapat meningkat pada kondisi inflamasi terlepas dari status besi tubuh, sehingga interpretasinya pada pasien talasemia beta mayor menjadi kompleks: peningkatan feritin tidak selalu mencerminkan cadangan besi semata, melainkan juga dapat dipengaruhi proses inflamasi yang sedang berlangsung (Mantovani & Garlanda, 2023). Kondisi ini penting untuk dipahami mengingat kadar feritin yang tinggi berhubungan dengan risiko komplikasi jangka panjang, termasuk gangguan fungsi jantung dan hati (Farmakis et al., 2022). Namun demikian, bukti mengenai keterkaitan Interleukin-6 dan feritin pada pasien talasemia beta mayor masih belum konsisten. Penelitian sebelumnya melaporkan tidak ditemukan korelasi antara kedua parameter tersebut, sehingga peningkatan feritin dinilai lebih dominan dipengaruhi oleh akumulasi besi transfusi dibandingkan aktivitas inflamasi (Joniarti & Rofinda, 2022; Salsabella et al., 2022).

Ketidaksesuaian antara landasan teoretis dan temuan empiris tersebut mengindikasikan bahwa hubungan Interleukin-6 dengan feritin pada populasi talasemia beta mayor memerlukan penelaahan lanjutan pada konteks populasi yang berbeda. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengetahui rerata kadar Interleukin-6, rerata kadar feritin, serta menganalisis korelasi keduanya pada pasien talasemia beta mayor yang menjalani transfusi rutin di RSUD Welas Asih Bandung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain analitik observasional dan pendekatan cross-sectional, karena pengukuran kadar Interleukin-6 dan kadar feritin dilakukan pada satu waktu pengamatan. Penelitian dilaksanakan pada periode Mei–Juni 2026, bertempat di Instalasi Laboratorium Klinik RSUD Welas Asih Bandung.

Populasi penelitian adalah seluruh pasien talasemia beta mayor yang menjalani transfusi darah rutin dan pemeriksaan lanjutan di RSUD Welas Asih Bandung. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling, sehingga diperoleh 30 responden yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu telah didiagnosis talasemia beta mayor, menjalani transfusi darah ≥5 tahun dengan frekuensi satu kali per bulan, bersedia berpartisipasi melalui informed consent, serta menyetujui pengambilan sampel darah sebelum transfusi. Kriteria eksklusi meliputi infeksi akut, volume spesimen serum kurang, riwayat autoimun, dan spesimen lisis. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Bandung dengan Nomor 1004/KEPK/EC/VI/2026.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Data kadar Interleukin-6 merupakan data primer yang diperoleh dari pengambilan spesimen darah vena sebelum pelaksanaan transfusi, sedangkan data kadar feritin merupakan data sekunder yang bersumber dari rekam medis pasien. Kadar Interleukin-6 diperiksa menggunakan metode Fluorescence Immunoassay (FIA) dengan instrumen ichroma™ II pada spesimen serum, berprinsip sandwich immunodetection antara antigen Interleukin-6 dalam sampel dengan antibodi berlabel fluoresensi, dengan hasil dinyatakan dalam pg/mL. Kadar feritin diperiksa menggunakan metode Enzyme Linked Fluorescent Assay (ELFA) dengan instrumen VIDAS®, berprinsip reaksi antara antigen feritin dan antibodi spesifik anti-feritin yang membentuk kompleks imun, dengan hasil dinyatakan dalam ng/mL. Sebelum pemeriksaan sampel, dilakukan pemeriksaan kontrol mutu (quality control) selama empat hari kerja untuk kedua parameter, dan seluruh nilai kontrol berada dalam rentang yang ditetapkan pada insert kit, sehingga alat, reagen, dan prosedur pemeriksaan dinyatakan layak digunakan.

Data dianalisis menggunakan aplikasi SPSS. Uji normalitas dilakukan dengan metode Shapiro-Wilk mengingat jumlah sampel di bawah 50. Hubungan antara kadar Interleukin-6 dan kadar feritin dianalisis menggunakan uji korelasi Spearman rank apabila distribusi data tidak normal, atau uji korelasi Pearson apabila data berdistribusi normal, dengan hubungan dinyatakan bermakna secara statistik apabila nilai $p<0,05$, serta interpretasi kekuatan korelasi digolongkan sangat lemah, lemah, sedang, kuat, atau sangat kuat berdasarkan besaran koefisien korelasi (r) yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Penelitian melibatkan 30 pasien talasemia beta mayor dengan proporsi jenis kelamin yang seimbang, yaitu 15 laki-laki (50,0%) dan 15 perempuan (50,0%). Berdasarkan kelompok usia, mayoritas responden berada pada kategori anak-anak (1–10 tahun) sebanyak 18 orang (60,0%), diikuti kategori remaja (11–20 tahun) sebanyak 9 orang (30,0%), dan kategori dewasa (21–30 tahun) sebanyak 3 orang (10,0%). Dominasi kelompok usia anak sejalan dengan karakteristik talasemia beta mayor sebagai kelainan yang bermanifestasi sejak usia dini dan mengharuskan penderitanya menjalani transfusi darah rutin sepanjang hidup (Farmakis et al., 2022).

Pemeriksaan Kontrol Mutu

Sebelum pemeriksaan sampel, dilakukan pemeriksaan kontrol mutu (quality control) terhadap pemeriksaan Interleukin-6 dan feritin selama empat hari kerja berturut-turut, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Parameter	Bahan Kontrol	Rentang Ditetapkan	Hasil (Hari ke-1–4)
Interleukin-6 Level 1 (pg/mL)	Kontrol Ichroma™ IL-6	54,20–90,34	71,5 / 69,8 / 74,2 / 70,9

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Parameter	Bahan Kontrol	Rentang Ditetapkan	Hasil (Hari ke-1-4)
Interleukin-6 Level 2 (pg/mL)	Kontrol Ichroma™ IL-6	664,37–1107,28	892,4 / 901,6 / 876,3 / 889,7
Feritin Level 1 (ng/mL)	Kontrol VIDAS® FER	3187–3197	3192 / 3188 / 3195 / 3192

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kontrol Mutu Interleukin-6 dan Feritin

Berdasarkan Tabel 1, seluruh nilai kontrol Interleukin-6 level 1 dan level 2 berada dalam rentang yang ditetapkan pada insert kit, demikian pula nilai kontrol feritin berada dalam rentang yang ditetapkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat, reagen, dan prosedur pemeriksaan berada dalam kondisi baik, sehingga pemeriksaan sampel responden dapat dilanjutkan.

Kadar Interleukin-6 dan Kadar Feritin

Hasil pemeriksaan kadar Interleukin-6 dan kadar feritin pada 30 responden dianalisis secara deskriptif, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rerata
Interleukin-6 (pg/mL)	30	4,23	>2500,00	411,31
Feritin (ng/mL)	30	16,12	>12000,0	3.641,67

Tabel 2. Statistik Deskriptif Kadar Interleukin-6 dan Kadar Feritin

Rerata kadar Interleukin-6 responden adalah 411,31 pg/mL, dengan nilai terendah 4,23 pg/mL dan beberapa responden menunjukkan kadar yang melampaui batas maksimum deteksi alat (>2.500,00 pg/mL), yang mengindikasikan konsentrasi Interleukin-6 sangat tinggi pada sebagian kecil pasien. Rerata kadar feritin adalah 3.641,67 ng/mL, dengan nilai terendah 16,12 ng/mL dan beberapa responden melampaui batas maksimum pembacaan alat (>12.000,0 ng/mL). Tingginya rerata kedua parameter tersebut mengindikasikan adanya proses inflamasi kronis yang menyertai kondisi iron overload akibat transfusi darah berulang pada populasi penelitian ini (Suriapperuma et al., 2018).

Uji Normalitas dan Uji Korelasi

Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan data kadar Interleukin-6 (p=0,000) dan kadar feritin (p=0,000) tidak berdistribusi normal (p<0,05), sebagaimana disajikan pada Tabel 3, sehingga analisis hubungan dilanjutkan menggunakan uji korelasi Spearman rank.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Variabel	Statistic	df	Sig.
Interleukin-6	0,531	30	0,000
Feritin	0,613	30	0,000

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	r	p	Interpretasi
Interleukin-6 – Feritin	0,404	0,027	Sedang, positif, signifikan

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Spearman Kadar Interleukin-6 dengan Kadar Feritin

Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan koefisien korelasi (r) sebesar 0,404 dengan nilai signifikansi (p) sebesar 0,027 ($p<0,05$), yang menunjukkan terdapat hubungan positif dengan kekuatan sedang dan signifikan secara statistik antara kadar Interleukin-6 dan kadar feritin pada pasien talasemia beta mayor. Arah hubungan positif tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kadar Interleukin-6 cenderung diikuti oleh peningkatan kadar feritin.

Secara mekanistik, keterkaitan antara Interleukin-6 dan feritin dapat dijelaskan melalui jalur inflamasi dan regulasi metabolisme besi. Interleukin-6 yang diproduksi sebagai respons terhadap hemolisis kronis, stres oksidatif, dan eritropoiesis tidak efektif akan mengaktifkan jalur JAK/STAT3 pada hepatosit sehingga meningkatkan transkripsi hepcidin (Rorimpandey et al., 2023; Saad et al., 2022). Peningkatan hepcidin selanjutnya menghambat ferroportin, protein yang berperan melepaskan besi dari makrofag dan enterosit ke sirkulasi, sehingga besi lebih banyak tertahan dan disimpan dalam bentuk feritin di jaringan (Novitasari et al., 2024). Mekanisme ini menjelaskan mengapa peningkatan Interleukin-6 pada penelitian ini berkaitan dengan kecenderungan meningkatnya kadar feritin, di luar kontribusi murni akumulasi besi transfusi.

Temuan korelasi positif pada penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Joniarti dan Rofinda (2022) serta Salsabella dkk. (2022) yang tidak menemukan hubungan bermakna antara kadar feritin dan sitokin proinflamasi pada pasien talasemia beta, sehingga peningkatan feritin pada studi tersebut dinilai lebih dominan mencerminkan akumulasi besi transfusi dibandingkan aktivitas inflamasi. Perbedaan hasil ini kemungkinan dipengaruhi oleh variasi karakteristik subjek, seperti usia, lama menderita talasemia, frekuensi dan volume transfusi kumulatif, kepatuhan terhadap terapi kelasi besi, serta ada tidaknya infeksi atau kondisi inflamasi lain yang menyertai pada saat pengambilan sampel (Farmakis et al., 2022). Sebagai protein fase akut, kadar feritin memang tidak sepenuhnya merepresentasikan cadangan besi, melainkan juga dapat dipengaruhi oleh proses biologis lain yang tengah berlangsung pada individu (Mantovani & Garlanda, 2023).

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Dominasi responden usia anak pada penelitian ini turut relevan dengan temuan Akchurin dkk. (2019), yang melaporkan keterlibatan Interleukin-6 dalam perkembangan anemia pada anak dengan penyakit ginjal kronik melalui gangguan eritropoiesis, sehingga memperkuat gambaran bahwa Interleukin-6 tidak hanya berperan pada metabolisme besi tetapi juga pada regulasi eritropoiesis secara umum. Sementara itu, kadar Interleukin-6 yang sangat tinggi (>2.500,00 pg/mL) pada beberapa responden turut mencerminkan derajat inflamasi kronis yang berat, yang secara klinis konsisten dengan perjalanan penyakit talasemia beta mayor yang ditandai hemolisis berulang dan aktivasi sistem imun berkepanjangan akibat transfusi darah rutin (Sadiq et al., 2024; Grebenciucova & VanHaerents, 2023).

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada penggunaan data kadar feritin yang bersumber dari rekam medis, sehingga waktu pemeriksaan feritin tidak seluruhnya bersamaan dengan waktu pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan Interleukin-6. Ketidaksesuaian waktu pemeriksaan tersebut berpotensi memengaruhi kekuatan hubungan yang teramati, mengingat kedua parameter dapat berubah mengikuti kondisi klinis pasien. Keterbatasan lain adalah tidak dikontrolnya variabel perancu seperti status infeksi, fungsi hati, dan kepatuhan terapi kelasi besi, yang berpotensi memengaruhi kadar feritin sebagai protein fase akut (Yanatori et al., 2023). Meskipun demikian, hasil penelitian ini memberikan bukti awal bahwa mekanisme inflamasi turut berkontribusi terhadap peningkatan kadar feritin pada pasien talasemia beta mayor, sehingga pemantauan kadar Interleukin-6 dapat dipertimbangkan sebagai pelengkap interpretasi kadar feritin dalam evaluasi status besi pasien (Origa, 2017; Novilla et al., 2024).

SIMPULAN

Rerata kadar Interleukin-6 pada pasien talasemia beta mayor di RSUD Welas Asih Bandung adalah 411,31 pg/mL, sedangkan rerata kadar feritin adalah 3.641,67 ng/mL, yang secara berturut-turut mengindikasikan adanya proses inflamasi kronis dan kondisi iron overload akibat transfusi darah berulang. Uji korelasi Spearman menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang dan signifikan antara kadar Interleukin-6 dan kadar feritin (r=0,404; p=0,027), yang mengindikasikan bahwa peningkatan kadar feritin pada pasien talasemia beta mayor tidak semata-mata berkaitan dengan akumulasi besi transfusi, tetapi juga berhubungan dengan aktivitas inflamasi yang berlangsung pada pasien. Pemantauan berkala terhadap kadar Interleukin-6 dan feritin diperlukan untuk mengevaluasi status inflamasi dan akumulasi besi pada pasien talasemia beta mayor secara lebih komprehensif. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji parameter inflamasi tambahan, seperti C-Reactive Protein, serta mengontrol variabel perancu seperti kepatuhan terapi kelasi besi dan riwayat infeksi.

DAFTAR PUSTAKA

Akchurin, O., Patino, E., Dalal, V., Meza, K., Bhatia, D., Brovender, S., et al. (2019). Interleukin-6 contributes to the development of anemia in juvenile CKD. Kidney International Reports, 4(3), 470–483.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Farmakis, D., Porter, J., Taher, A., Cappellini, M.D., Angastiniotis, M., Eleftheriou, A., et al. (2022). 2021 Thalassaemia International Federation guidelines for the management of transfusion-dependent thalassemia. HemaSphere, 6(8).

Forni, G.L., Grazzini, G., Boudreaux, J., Agostini, V., & Omert, L. (2023). Global burden and unmet needs in the treatment of transfusion-dependent ß-thalassemia. Frontiers in Hematology.

Grebenciucova, E., & VanHaerents, S. (2023). Interleukin 6: at the interface of human health and disease. Frontiers in Immunology.

Joniarti, F., & Rofinda, Z.D. (2022). Korelasi kadar feritin dengan enzim transaminase penyandang talasemia beta mayor tergantung transfusi. Majalah Kedokteran Andalas, 45(3), 327–333.

Mantovani, A., & Garlanda, C. (2023). Humoral innate immunity and acute-phase proteins. New England Journal of Medicine, 388(5), 439–452.

Novilla, A., Nur, C.T., Furqon, A., & Romlah, S. (2024). Skrining talasemia pada mahasiswa TLM (D3) Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi. Jurnal Ilmiah Kesehatan, 16(2), 356–363.

Novitasari, W.F., Nugraha, J., Andarsini, M.R., & Tambunan, B.A. (2024). Analysis of hepcidin and interleukin-6 levels among transfusion-dependent thalassemia patients with and without alloimmunization/autoimmunization. Pharmacognosy Journal, 16(1), 60–66.

Origa, R. (2017). ß-Thalassemia. Genetics in Medicine, 19(6), 609–619.

Rorimpandey, N.G., Rambert, G.I., & Wowor, M.F. (2023). Gambaran interleukin 6 dan hepsidin pada penyakit kronis yang dapat menyebabkan anemia. Medical Scope Journal, 5(1), 64–74.

Saad, H.K.M., Rahman, A.A.A., Ghani, A.S.A., Wan Taib, W.R., Ismail, I., Johan, M.F., et al. (2022). Activation of STAT and SMAD signaling induces hepcidin re-expression as a therapeutic target for ß-thalassemia patients. Biomedicines, 10(1).

Sadiq, I.Z., Abubakar, F.S., Usman, H.S., Abdullahi, A.D., Ibrahim, B., Kastayal, B.S., et al. (2024). Thalassemia: pathophysiology, diagnosis, and advances in treatment. Thalassemia Reports, 14(4), 81–102.

Salsabella, T.V., Damayanti, N.A., & Wibowo, H. (2022). Perbandingan ekspresi sitokin proinflamasi interferon-gamma dan antiinflamasi interleukin-10 pada whole blood culture. Riset Informasi Kesehatan, 11(2), 103.

Suriapperuma, T., Peiris, R., Mettananda, C., Premawardhena, A., & Mettananda, S. (2018). Body iron status of children and adolescents with transfusion dependent ß-thalassaemia. BMC Research Notes, 11(1).

Yanatori, I., Nishina, S., Kishi, F., & Hino, K. (2023). Newly uncovered biochemical and functional aspects of ferritin. FASEB Journal.